

# 시멘트 콘크리트 도로 포장의 현안 및 기술 동향

한 승 환

<한국도로공사 도로교통연구원>

## 요 지

시멘트 콘크리트 포장은 도로 포장의 대표적인 구조 및 재료 형식의 하나로서 1970년대 이후 고속도로 현장을 중심으로 많이 시공되어져 왔다 그러나 최근 다양한 파손이 발생하고, 친환경적인 지속가능한 발전의 논의에서 소외되는 측면이 있다. 그러나 국외의 사례에서 볼 수 있듯이 종합적이고 체계적인 노력에 의해 상대적인 경쟁력이 평가받을 수 있으며, 현재 이러한 노력이 필요한 시점이라고 판단된다. 본고는 이러한 관점에서 국내의 기술현안과 국내의 기술 개발 내용을 살펴보고자 한다.

핵심용어 : 콘크리트 포장, 시멘트, 콘크리트 포장의 파손, 기술지도

## 1. 서 론

도로 포장의 대표적인 구조 및 재료 형식의 하나인 시멘트 콘크리트 포장은 도로, 공항, 항만 등에 활발히 사용되어 왔다. 시멘트 콘크리트 포장은 하중 저항성이 상대적으로 우수하여 중차량에 대한 변형이 작으며, 장기 내구성이 우수하여 유지관리 비용과 수명주기 비용 측면에서 유리하다. 그러나 주행성이 다소 미흡하며, 차량의 주행으로 인한 소음 발생이 상대적으로 많고, 유지보수시 양생기간으로 인해 많은 시간이 소요되는 단점이 있다. 그리고, 최근 들어서는 표면 스케일링, 줄눈부 파손,

알카리-골재반응 파손 등이 발생하여 조기에 문제를 야기하는 개소가 많아짐으로써, 하중저항성이 우수한 다양한 공법 및 재료의 등장으로 장점이 명확히 인식되지 못해 선호도가 하락하고 있는 실정이다.

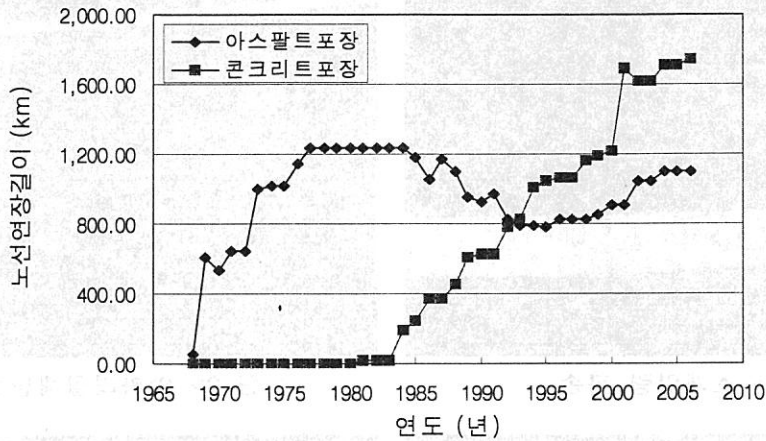
현대 사회의 주요한 화두로 인식되어지는 '지속가능한 발전'에서 환경 보존과 에너지 효율화 및 온실가스 감축은 시멘트 산업은 물론이고 시멘트 콘크리트 포장 분야에도 많은 영향을 미칠 것이라는 것은 굳이 사례를 설명을 하지 않아도 될 절대명제가 되어버린 상황이다.

최근 도로 건설 및 유지관리 현장에서 관심이 되는 몇 가지 사항들과 내외적으로 요구되는 요건들을 살펴보고, 국내외 도로 포장 분야의 기술 개발 내용을 살펴보는 것은 능동적인 대응 전략을 수립하고 대처하는데 매우 의미가 있을 것으로 판단된다.

## 2. 콘크리트 포장의 현황

### 2.1 공용중인 연장

시멘트 콘크리트 포장은 국내에서 1962년경에 영등포~양화교 구간에 설치된 것을 시점으로 하여, 1970년대 초에 국도 7호선 동해~목호 구간, 그리고 1981년 남해고속도로(부산~마산확장) 구간에 적용하였다. 1970년대 석유 파동을 겪은 이후에 본격적인 적용 논의가 활발해졌으며, 1987년 개통된 중부고속도로를 기점으로 해서 고속도로 구간을 중심으로 활발히 시공되었다.<sup>1)</sup>



<그림 1> 시멘트 콘크리트 포장의 시공 현황 비교

## 2.2 콘크리트 포장의 파손

본 절에서는 시멘트 콘크리트의 재료 특성과 관련한 최근의 파손현황을 몇 가지 기술하고자 한다. 도로 포장은 콘크리트 슬래브가 구조체이면서 차량의 바퀴와 직접 닿는 부분이고, 온도 및 습도 변화와 같은 환경 조건에 직접적으로 노출된다. 이러한 특성으로 인해 재료 특성과 관련한 문제점에 쉽게 노출이 되기 쉽다. 그리고 최근 양질의 골재 부족과 지나치게 장비 의존적인 품질관리, 습식 제설제의 사용 등이 이러한 현상을 가속화시키고 있는 실정이다.

### (1) 표면 마모 및 스케일링

상당한 공용수명이 지난 콘크리트 포장은 차량과의 마찰에 의해 표면이 마모되며, 이러한 마모는 표면의 마찰계수와 관련하여 제동거리의 확보와 같은 안전의 목적으로 설치된 표면의 거친 마무리를 구조를 없애지게 한다. 최근의 일부 구간에서는 비교적 조기에 콘크리트 포장의 표면이 일부가 얇게 박리되는 현상이 발생되었다.

### (2) 알카리골재반응 파손

생성열이 콘크리트 내부에서 팽창하는 반응인

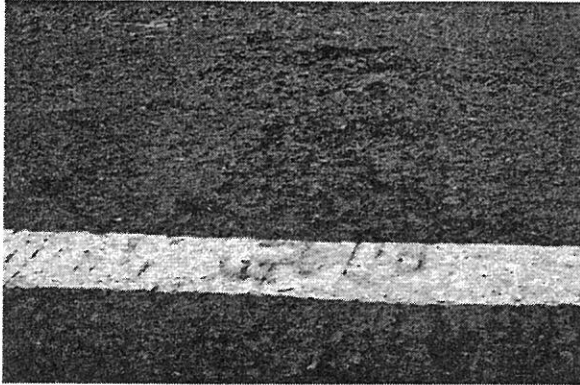
알카리골재반응으로 인해 콘크리트 표면의 망상 균열과 내부 균열이 유발되는 파손 현상이 일부 고속도로 구간에서 발생하였다. 충분한 품질관리가 이루어지지 않은 상태에서 양질의 골재원이 부족해지고, 부분모래를 사용하면서 많은 제설제의 사용이 이러한 파손의 원인과 관련이 있는 것으로 판단하고 있다.

### (3) 줄눈부 스폴링

연속적으로 타설된 콘크리트에 차선폭 만큼의 종방향 세로 줄눈, 6m의 길이 만큼의 횡방향 가로 줄눈부가 설치되는데, 이러한 줄눈부가 취약부가 되어 스폴링이 발생한다. 줄눈부의 스폴링 발생은 여러 가지 원인에 의해 나타나지만, 국내에서는 줄눈부가 쉽게 습윤 상태가 되는 경우에 동결융해 작용을 받아 발생하는 것이 대표적인 원인의 하나로 파악되고 있다.

### (4) 초속경 시멘트 보수부의 파손

부분적으로 파손된 콘크리트 슬래브를 절취하고, 빠른 교통 개방을 위해 초속경 시멘트 콘크리트로 전단면 보수(Full Depth Replacement)를 시행하는데, 새로 타설된 콘크리트가 조기에 파손되는 사례가 많다.



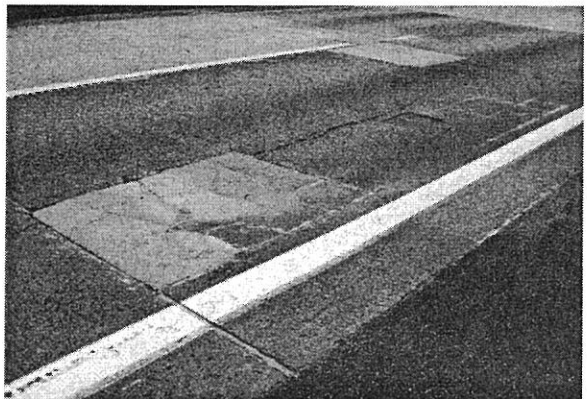
<그림 2> 스케일링 파손



<그림 3> 알칼리골재반응 파손



<그림 4> 줄눈부 스폴링



<그림 5> 단면보수재 파손

### 2.3 콘크리트 포장의 현안

앞서 기술한 바와 같은 파손과 더불어 시멘트 콘크리트 포장의 유지보수와 관련하여 기술개발이 시급히 필요한 부분이 있다. 첫 번째로는 처음 시공된 콘크리트 포장의 공용 연수가 20년을 넘어서기 시작하면서 전면적으로 시행할 수 있는 적절한 보수 공법이 필요한 시점이 도래하였다는 것이다. 현재까지는 부분적인 보수나 아스팔트 덧씌우기가 주로 시행되었으며, 최선의 대안으로 간주되는 공법의 하나인 접착식 콘크리트 덧씌우기(Bonded Concrete Overlay)가 충분한 부착성능의 확보와 빠른 교통개방을 위한 속경성, 그리고 경제성을 확보하지 못해 본격적으로 적용되지 못하고 있는 실정이다.

두 번째로는 친환경적인 기능을 가지는 저소음 포장, 투수성 포장을 구현하기 위한 재료 개발이 필요하다. 투수 콘크리트를 활용한 포장

이러한 기능을 실현하는 한 가지 방법이 될 수 있으나, 중차량의 통행에 대해 골재의 탈리가 발생하지 않는 충분한 바인더 특성을 가지는 재료의 개발에 미흡한 부분이 있는 것으로 판단된다.

장기적인 내구성을 확보하여 50년 이상의 장수명을 가지는 시멘트 콘크리트 포장에 대한 연구가 필요한 것을 세 번째로 꼽을 수 있다. 현재 사용 중인 설계 계산 수명인 20년은 더 이상 경쟁력을 가지는 수명 조건이 아니고, 실제 충분한 내구성이 확보된 콘크리트 포장은 구조물과 동일한 수준의 수명이 확보될 수 있다. 미국 등의 도로 선진국에서도 '100년 포장'이라는 주제를 상징하여 논의가 진행 중에 있다.<sup>2)</sup>

그리고 네 번째로는 포장의 포설 장비와 요구 특성에 부합하는 최적의 배합을 선정하기 위한 절차에 대한 검토가 필요하다. 포장 콘크리트는 다른 구조물에 쓰이는 콘크리트와는 달리 노면이 되는 콘크리트의 표면이 충분한 강성과 내구

성을 가져야 하며, 건조수축이나 온습도 변화에 따른 체적 변화가 적어야 한다. 그리고 장비 의존적인 시공 특성으로 인해 요구 성능이 잘 구현되도록 장비와의 연관성을 파악하여 배합을 결정하여야 한다. 따라서 별도의 최적배합설계절차 및 방법이 필요하다.

앞서 기술한 바와 더불어 높은 수준의 노면 평탄성을 확보하는 기술, 프리캐스트와 프리스트레스 기법을 활용하는 기술, 친환경적인 부가 기능을 확보하는 기술 그리고 교면에 적용하는 재료 개발 등 여러 가지가 있을 수 있으나, 재료와 관련한 부분은 앞서의 내용으로 정리할 수 있다.

### 3. 국내외 기술 개발

#### 3.1 주도적 기관

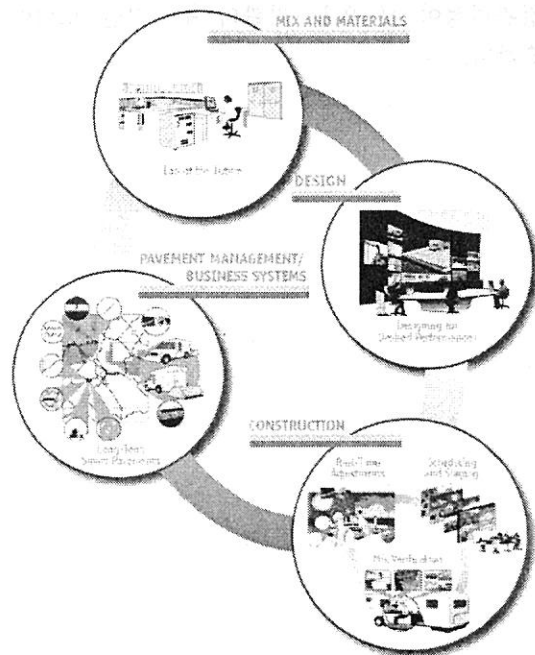
국내의 전문화된 시멘트 콘크리트 포장에 대한 종합적인 기술개발은 매우 미흡하고, 소수의 국책연구기관과 공기업 부설 연구소 또는 특정 기술 개발에 초점을 둔 기업 등에서 매우 제한적으로 이루어지고 있다. 반면에 미국의 경우에는 FHWA(Federal Highway Administration)와 각 주의 DOT(Department of Transportation)에서 거시적인 계획을 수립하고, ACPA(American Concrete Pavement Association), NRMCA(National Ready Mixed Concrete Association)가 PCA(Portland Cement Association), ACI(American Concrete Institute)의 지원을 받아 시공회사(Contractors), 컨설팅 회사, 시험전문기관, 엔지니어 협회(National Association of County Engineers)의 이해 관련자를 참여시켜 기술도서 발간, 학술대회 개최, 홍보 등의 다양한 활동을 전개하고 있다.

국내의 시멘트 콘크리트 포장 산업이 상당부분 고속도로에 국한되어 있고, 자체 플랜트를 운용하여 플랜트 회사의 이해 관련이 작으며, 시멘트 콘크리트 포장을 전문으로 하는 회사들은 규모가 크지 않아 의지가 있다 할지라도 기술개발을 위한 여건이 원활치 않다. 일반 국도는 시멘트 콘크리트 포장이 많이 쓰이지 않아, 국토해양부나 연구개발사업을 대행하는

건설기술평가원에서의 관심도 크지 않다. 따라서 관련자는 있으나, 직접적인 이해 당사자는 많지 않은 상황이다. 단지 공공부분에서는 한국도로공사, 사적 부분에서는 양회협회가 실질적인 시행 능력을 가지는 이해당사자인 것으로 판단된다.

#### 3.2 국내 기술 개발

국토해양부에서 발주된 '한국형 포장 설계법 개발과 성능 개선에 관한 연구'가 설계법 제정을 중심으로한 연구 주제를 가지고 시행되고 있으나, 직접적인 현장 기술과는 다소 거리가 있는 것으로 판단된다. '장수명 친환경 도로 포장 연구단'이 친환경 포장 기술 개발을 위해 운영되고 있으나, 이러한 대형 과제가 다소 친환경 신기술 개발에 초점이 맞추어져 있어 나름대로의 기능을 담당하고 있으나, 현안 사항을 해결하고 시장을 확대하고, 보다 적극적인 기술 개발이 수행하는데, 미흡함이 있는 것으로 판단된다.



<그림 6> 기술지도 분야

### 3.3 국외 기술 개발

국외에는 주로 미국을 중심으로 한 기술개발이 종합적이고, 유럽의 경우에는 몇몇 특성 기술을 개발 발전시킨 것이 특징적인 것이라 할 수 있다. 유럽의 특징적인 기술로는 '이층포설 콘크리트 포장 공법', '투수 콘크리트 포장 공법' 등이 있으나 종합적이고 체계적인 기술 개발 노력은 다소 미흡한 편이다. 반면에 미국의 경우에는 다양한 이해 당사자의 의견을 반영하고, 시장 확대를 위한 기술개발을 체계적으로 수행하기 위하여, 12개의 주요 분야(Track)과 약 49개의 세부 분야(Subtrack)으로 이루어진 기술지도를 작성한 것이 특징적인 노력의 하나이다.<sup>3)</sup>

## 4. 결 론

시멘트 콘크리트 포장은 여러 가지 측면에서 장점을 가지고 있으며, 전문시공회사를 중심으로 국내에 상당한 기술 축적이 이루어진 상태이나, 체계화된 노력이 다소 부족한 실정이다. 따라서 다양한 이해 당사자의 종합적 의견을 반영하며, 직접관련성이 큰 일부 기관의 주도적인 노력이 필요하다.

### < 참고 문헌 >

- 1) 남영국. (2004). 도로포장공학, 구미서관
- 2) ISCP Workshop, '100-year Concrete Pavement', 9th International Conference on Concrete Pavements, San Francisco, California, 2008.
- 3) The Concrete Pavement Road Map -Long Term Plan for Concrete Pavement Research and Technology, US Department of Transportation, Federal Highway Administration, 2005.